

D/

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-304304  
 (43)Date of publication of application : 07.12.1989

(51)Int. Cl. G01B 11/06

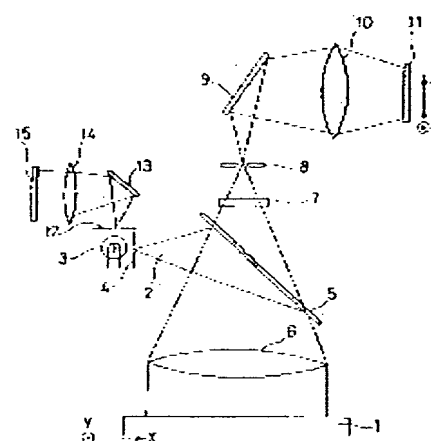
(21)Application number : 63-136330 (71)Applicant : SHIMADZU CORP  
 (22)Date of filing : 31.05.1988 (72)Inventor : WATANABE MASAYUKI  
 KOIKE MASAHIITO

## (54) FILM THICKNESS INSPECTING DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To measure the thickness distribution of a thin film over its wide area by separating reflected light beams from the wide area of the thin film sample into their spectral components and detecting the spectra by means of an array type detector.

CONSTITUTION: The light beams of a white light source 3 are reflected by a beam splitter 5 after passing through a pinhole slit 4 and made perpendicularly incident on a thin film sample 1 after the reflected light beams are changed to parallel light beams. The reflected light beams from the sample 1 are condensed on a slit 8 by means of a lens 6 and toroidal lens 7 and separated into their spectral components by means of a plane grating 9. The spectra are detected by means of a two-dimensional detector 11 through a toroidal lens 10. Moreover, a spectroscope for monitoring composed of a pinhole slit 12, plane grating 13, lens 14, and one-dimensional detector 15 is provided in order to detect the white light distribution of the light source 3 and correct the measuring data. The detect signals of the detectors 11 and 15 are subjected to a Fourier transform processing by means of a Fourier transform means and the thickness distribution of the thin film sample 1 is found.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平1-304304

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)12月7日

G 01 B 11/06

G-7625-2F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 膜厚検査装置

⑯ 特 願 昭63-136330

⑰ 出 願 昭63(1988)5月31日

⑱ 発 明 者 渡 辺 正 幸 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑲ 発 明 者 小 池 雅 人 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑳ 出 願 人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

㉑ 代 理 人 弁理士 野口 繁雄

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

膜厚検査装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 検出器として一次元又は二次元のアレイ型検出器をもつ分光器と、白色光源と、薄膜試料の広範囲領域に前記白色光源からの光を入射させ、前記薄膜試料の広範囲領域からの反射光を前記分光器に通く光学系と、前記分光器の検出信号をフーリエ変換するフーリエ変換手段とを備えた膜厚検査装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は薄膜の広範囲の膜厚分布を求める膜厚検査装置に関するものである。

(従来の技術)

従来上の薄膜又は独立した薄膜の微小面積の特定部位に白色光を照射し、その干渉反射光を分光することによって薄膜試料の特定部位の膜厚を測定することが行なわれている。

第2図に示されるように、屈折率が $n_s$ の基板上に形成された屈折率が $n$ の薄膜1に対して屈折率が $n_0$ の媒質中から光線2が垂直入射したとき、反射率 $r$ は入射光2の波数 $k$ の関数として以下の式で表わされる。

$$r(k) = (A - B + C \cos(4\pi n d k)) / (A + B + C \cos(4\pi n d k))$$

ただし、 $A = (n_0^2 + n^2)(n^2 + n_s^2)$ 

$$B = 4 n_0 \cdot n^2 \cdot n_s$$

$$C = (n_0^2 - n^2)(n^2 - n_s^2)$$

であり、 $d$ は薄膜1の厚みである。上記の式を變形すると、

$$r(k) = 1 - 2B / (A + B + C \cos(4\pi n d k))$$

となり、第3図に示されるように、 $r(k)$ は波数 $k$ に対する周期関数となり、その周期は $1/2nd$ である。したがって、薄膜1の屈折率 $n$ が知られていれば、反射率 $r$ を波数 $k$ の関数として測定することにより膜厚 $d$ を求めることができることはよく知られている。

(発明が解決しようとする課題)

従来の方法では、1回の測定では微小面積の特

## 特開平 1-304304(2)

定厚位の膜厚しか測定することができない。そのため、広い面積に渡って膜厚分布を測定しようとすれば試料上の多数の点について測定することが必要になり、1つの試料の膜厚分布を測定するのに時間がかかり、多くの試料の膜厚検査を行なうことが難しくなる。

本発明は数十 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ の厚さの透過性薄膜の膜厚分布を広い面積に渡って一度に測定することのできる装置を提供することと目的とするものである。

(問題と解決するための手段)

本発明は、検出器として一次元又は二次元のアレイ型検出器をもつ分光器と、白色光源と、薄膜試料の広延領域域に前記白色光源からの光を入射させ、前記薄膜試料の広延領域域からの反射光を前記分光器に導く光学系と、前記分光器の検出部をフーリエ変換するフーリエ変換手段とを備えた膜厚検査装置である。

(作用)

一度に測定される広い面積内に膜厚の異なる部

分が存在しているものとする。それらの異なる膜厚部分からの干渉反射光スペクトルはそれぞれ第4図に $a \sim d$ で示されるようになる。分光器の検出器で測定されるスペクトルは第4図に $e$ で示されるように、膜厚の異なる部分からのそれぞれのスペクトル $a \sim d$ を合成したスペクトルとなる。この合成されたスペクトル $e$ をフーリエ変換することによりそれぞれのスペクトル $a \sim d$ の分布、すなわち膜厚の分布が求められる。

第4図に $a \sim d$ で示されるそれぞれの反射光スペクトル $r_i(k)$ をフーリエ変換し、周波数表現に置いた関数 $R_i(\omega)$ は

$$R_i(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} r_i(k) \exp(-j\omega k) dk$$

となり、これは膜厚 $d_i$ に対応した周波数に鋭いピークをもつスペクトルとなる。

異なる膜厚の部分からの反射光が合成された反射光スペクトル $e$ は

$$r(k) = \sum_i r_i(k) \\ = \sum_i \{ (A+B + \cos(4\pi n d_i k)) / (A+B + \cos(4\pi n d_i k)) \}$$

となる。これをフーリエ変換したスペクトルは $e$

$a \sim d$ のそれぞれに分解でき、

$$R(\omega) = \sum_i R_i(\omega)$$

$$R_i(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} r_i(k) \exp(-j\omega k) dk$$

となって、第5図に示されるように、それぞれの膜厚 $d_i$ の分布に対応するスペクトルが得られる。

このようにして得られる膜厚分布に対応するスペクトルが目的の膜厚及びその公差に対応する周波数範囲に入っているか否かを判断することにより、その薄膜製品の膜厚分布が合格範囲に入っているか否かを判定することができる。この判定は自動的に行なってもよく、マニュアルで行なってもよい。

(実施例)

第1図は一実施例の光路、分光器及び光学系を示す。

1は薄膜試料、3は白色光源であり、白色光源3からの光はピンホールスリット4を経てビームスプリッター5で反射され、レンズ6によって平行光束に変えられて試料1に垂直入射する。試料1からの反射光はレンズ6、トロイダルレンズ7によ

ってスリット8上に集光される。トロイダルレンズ7は紙面内で集光し、紙面垂直方向では集光しないように配置されている。スリット8には図で紙面垂直方向に延びる穴が開けられている。

平面グレーティング9で分光された光はトロイダルレンズ10を経て二次元アレイ型検出器11により検出される。トロイダルレンズ10も紙面内で集光し、紙面垂直方向では集光しないように配置されている。

スリット8、グレーティング9、トロイダルレンズ10及びアレイ型検出器11は分光器を構成している。

一方、白色光源3の白色光分布を検出し、測定データを補正するためにモニタ用分光器が設けられている。モニタ用分光器はピンホールスリット12、平面グレーティング13、レンズ14及び一次元アレイ型検出器15を備えている。

第1図において、薄膜試料1上のある $\gamma$ 位置における $x$ 方向の細長い面積部分、例えば第6図に示されるA部分、からの反射光スペクトルは、二

## 特開平 1-304304(3)

波長フレイ射線出器 11 上の特定の位置、例えば第 7 図に示される A' 部分により得られる。第 7 図で X 方向は延長又は短縮を表わしており、第 6 図の A 部分の各部分からの反射光スペクトルが合成されたスペクトルとして検出される。したがって、これをフーリエ変換すれば試料 1 の A 部分の膜厚分布が得られる。

試料 1 の他の部分、例えば B' 部分についても同様にして、それと対応するアレイ型検出器 11 上の B' 部分のスペクトルをフーリエ変換することによりその B' 部分の膜厚分布を得ることができる。

第 8 図には一実施例の信号処理系を示す。

測定光を検出するアレイ型検出器 11 の検出信号は増幅器 20 によって増幅され、A/D 変換器 21 でデジタル信号に変換された後、DMA (ダイレクト・メモリ・アクセス) 転送モジュール 22 によってメモリ部 23 に記憶されていく。一方、白色光源 3 の分布を検出する参照用アレイ型検出器 15 の検出信号も同様にして、増幅器 24 によって増幅され、A/D 変換器 25 でデジタル信号

に変換された後、DMA 転送モジュール 26 によってメモリ部 27 に記憶される。

メモリ部 23 の測定データとメモリ部 27 の参照データは CPU 28 に送り込まれ、白色光分布の補正がなされた後、フーリエ変換処理が施されて膜厚分布が求められる。

さらに、その膜厚分布からその距離が各指品であるかが判断される。

28 は操作を行ったり、膜厚分布の判定基準となるデータを入力したりするキーボード。30 は測定結果や判定結果を表示する CRT である。

CPU 28 は、第 9 図に示されるような機能を果たす。

31 はメモリ部 23 からの測定データとメモリ部 27 からの参照データを送り込むデータ取得手段、32 は光源 3 の白色光分布により測定データを補正する補正手段、33 はフーリエ変換を行なうフーリエ変換手段、34 は得られた膜厚分布から合否を判定する判定手段である。

この CPU 28 の動作を第 10 図に示す。

- 7 -

- 8 -

測定データと参照データを取り込み (ステップ S1、S2)、補正を行ない (ステップ S3)、フーリエ変換を行ない (ステップ S4)、測定を行ない (ステップ S5)、表示を行なう (ステップ S6)、次に、データを取り込む位置をアレイ型検出器 11 の Y 方向に移動させ (ステップ S7、S8)、同様処理していく (第 1 の図経路 A)。

また、データの取込みを全点について行なった後に、補正、フーリエ変換、判定及び表示を順次行なうように処理してもよい (第 2 の図経路 B)。

実施例ではフーリエ変換処理を CPU 28 で行なうようにしているが、フーリエ変換モジュールを CPU 28 に移植するようにしてもよい。

また、アレイ型検出器 11 として二次元アレイ型検出器を使用しているが、一次元アレイ型検出器を使用することもできる。その場合は、測定試料 1 を図の Y 方向に移動させることにより、薄膜試料 1 の Y 方向の膜厚分布を順次測定することができる。そのような使い方は、例えばフィルム上に形成された膜厚又は薄膜フィルムそのものの膜

厚分布を測定するのに有効である。

また、第 1 図の実施例ではトロイダルレンズ 7、10 を用いて薄膜試料 1 の一方側 (図では X 方向) の領域内の膜厚分布を同時に測定するようにしているが、トロイダルレンズ 7、10 を省略することによって薄膜試料 1 の二次元方向の広い面積の膜厚分布を同時に測定することができる。

(発明の効果)

本発明では測定試料の広範囲の領域からの反射光を分光してアレイ型検出器で検出することにより、広範囲の膜厚分布を同時に検出するようにしたので、広い面積の膜厚分布を短時間で測定できる。

従来のように微小面積の多数の部位を測定するのに比べると可動部分が少なく、その点でも測定が容易で、短時間で済ませることができる。

## 4. 同面の簡単な説明

第 1 図は一実施例の主として光学的な示す構成図、第 2 図は干渉反射光を示す図、第 3 図は単一膜厚の干渉反射光スペクトルを示す波形図、第 4

- 9 -

- 29 -

- 10 -

特開平 1-304304(4)

図は異なる膜厚の干渉反射光スペクトルと合成された干渉反射光スペクトルを示す波形図、第5図はフーリエ変換により得られる膜厚分布を示す波形図、第6図は一実施例における薄膜試料上の測定領域を示す平面図、第7図は二次元アレイ型検出器上の対応する検出領域を示す平面図、第8図は一実施例における信号処理系を示すブロック図、第9図は一実施例におけるCPUの機能を示すブロック図、第10図は一実施例におけるCPUの動作を示すフローチャート図である。

1……薄膜試料、2……入射光、3……白色光源、4……ピンホールスリット、5……ビームスプリッタ、6……レンズ、7、10……トロイダルレンズ、8……スリット、9……平面グレーティング、10……二次元アレイ型検出器。

特許出願人 株式会社島津製作所  
代理人 弁護士 野口英雄

- 11 -

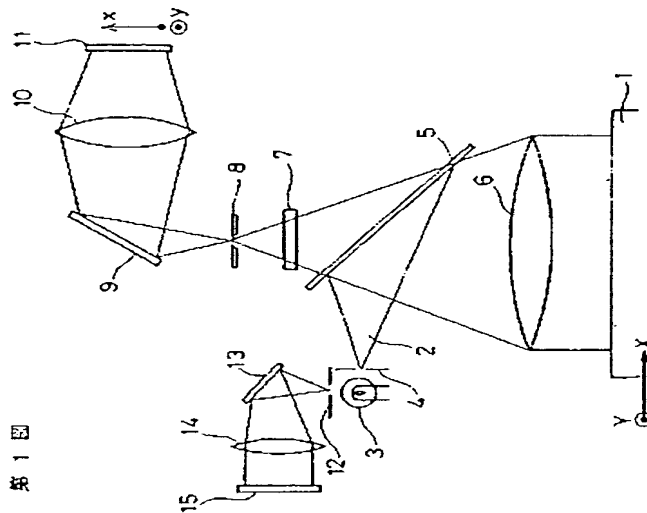


図 1

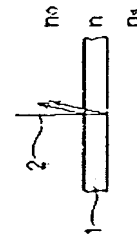
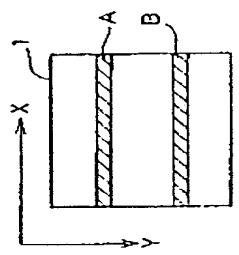
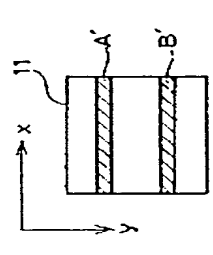


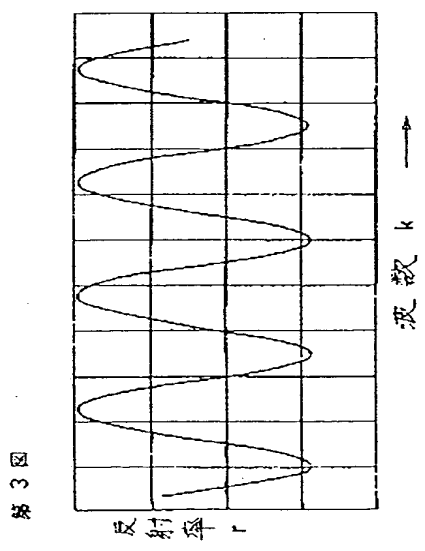
図 2



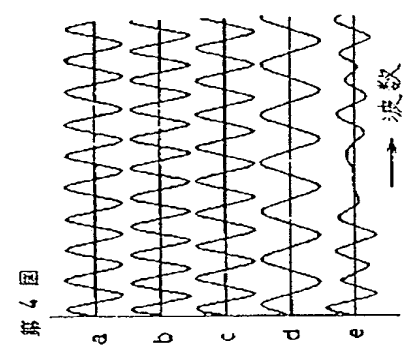
第 6 図



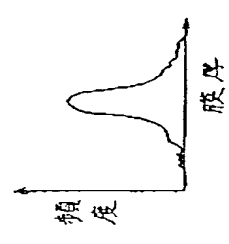
第 7 図



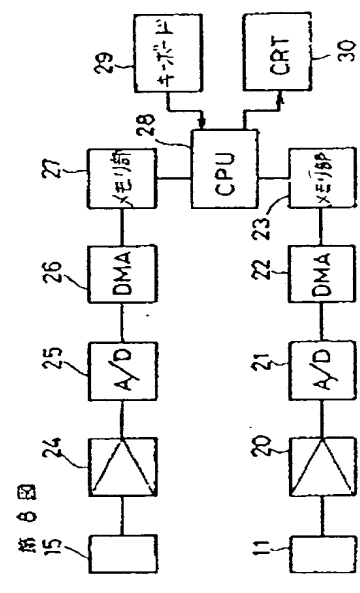
第 3 図



第 4 図



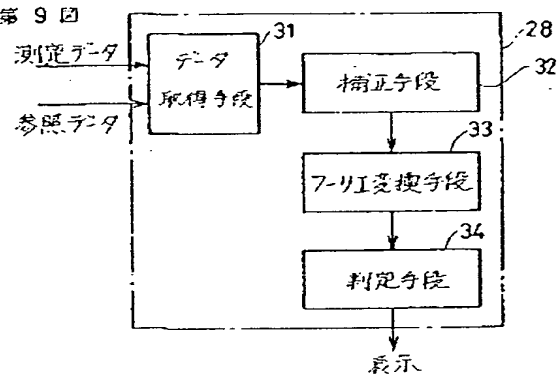
第 5 図



第 8 図

特開平 1-304304 (6)

第 9 図



第 10 図

